

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

#4
10/82/60
968596/60
Jc-986 U.S. PTO

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 9月29日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-301413

出 願 人

Applicant(s):

ソニー株式会社

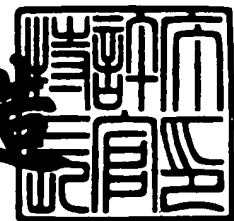
Best Available Copy

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 8月10日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3072192

【書類名】 特許願
【整理番号】 9900974204
【提出日】 平成12年 9月29日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H03M 13/12
G06F 11/10

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内

【氏名】 永瀬 拓

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社
内

【氏名】 名取 誠

【特許出願人】

【識別番号】 000002185

【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代表者】 出井 伸之

【代理人】

【識別番号】 100067736

【弁理士】

【氏名又は名称】 小池 晃

【選任した代理人】

【識別番号】 100086335

【弁理士】

【氏名又は名称】 田村 榮一

【選任した代理人】

【識別番号】 100096677

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊賀 誠司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019530

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707387

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 復号装置及び方法、並びにデータ受信装置及び方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 並列連接符号化された符号の復号を行う復号装置において、
繰り返し復号処理を行う複数段の軟出力復号手段と、
上記繰り返し復号処理における今回のデータと前回のデータとを比較する比較
手段と、
復号されて得られた復号結果に対して誤り検出符号を用いて誤り検出を行う誤
り検出手段と、
上記誤り検出手段からの出力と上記比較手段からの出力とに応じて最終的な誤
りの有無を判断する判断手段と
を有することを特徴とする復号装置。

【請求項 2】 上記比較手段は、上記複数段の軟出力復号手段の最終段からの
出力のサインビットを前回と今回とで比較して不一致のサインビットの数を求め
、
上記判断手段は、上記不一致のサインビットの数が予め決められた値より大き
いとき、上記誤り検出結果が誤り無しでも誤り有りと判断することを特徴とする
請求項 1 記載の復号装置。

【請求項 3】 並列連接符号化された符号の復号を行う復号方法において、
複数段の軟出力復号手段を用いて繰り返し復号処理を行う際に、
上記繰り返し復号処理における今回のデータと前回のデータとを比較する比較
工程と、
復号されて得られた復号結果に対して誤り検出符号を用いて誤り検出を行う誤
り検出工程と、
上記誤り検出工程により得られる誤り検出出力と上記比較工程での比較出力と
に応じて最終的な誤りの有無を判断する判断工程と
を有することを特徴とする復号方法。

【請求項 4】 上記比較工程は、上記複数段の軟出力復号手段の最終段からの
出力のサインビットを前回と今回とで比較して不一致のサインビットの数を求め

上記判断工程では、上記不一致のサインビットの数が予め決められた値より大きいとき、上記誤り検出結果が誤り無しでも誤り有りと判断することを特徴とする請求項 3 記載の復号方法。

【請求項 5】 並列連接符号化された符号を受信して繰り返し復号処理により復号する復号部を有するデータ受信装置において、

上記繰り返し復号処理の各回毎のデータを前回と今回とで比較する比較手段と

復号されて得られた復号結果に対して誤り検出符号を用いて誤り検出を行う誤り検出手段と、

上記比較手段からの出力と上記誤り検出手段からの出力とに応じたデータ再送要求を行う再送制御手段と

を有することを特徴とするデータ受信装置。

【請求項 6】 上記再送制御手段は、上記誤り検出手段により誤り有りとされたときデータ再送を要求すると共に、再送方法を上記比較手段からの出力により変化させることを特徴とする請求項 5 記載のデータ受信装置。

【請求項 7】 上記比較手段は、上記複数段の軟出力復号手段の最終段からの出力のサインビットを前回と今回とで比較し、

上記再送制御手段は、上記誤り検出手段により誤り有りとされたときデータ再送を要求すると共に、再送方法を上記比較手段における不一致のサインビットの数により変化させることを特徴とする請求項 6 記載のデータ受信装置。

【請求項 8】 上記受信された符号は、符号化側でデータの一部が削除されたパンクチャ符号であり、

上記再送制御手段は、上記比較手段における不一致のサインビットの数に応じて、上記削除されたデータの再送、上記パンクチャ符号のそのままのデータの再送、あるいは上記削除される前の全データの再送のいずれかを選択してデータ再送を要求することを特徴とする請求項 7 記載のデータ受信装置。

【請求項 9】 上記比較手段は、上記複数段の軟出力復号手段の最終段からの出力のサインビットを前回と今回とで比較し、不一致のサインビットの数が予め

決められた値より大きいとき、上記誤り検出手段での誤り検出結果に拘わらず誤り有りとし、上記再送制御手段により再送を要求することを特徴とする請求項 5 記載のデータ受信装置。

【請求項 1 0】 上記受信された符号は、符号化側でデータの一部が削除されたパンクチャ符号であり、

上記再送制御手段は、上記比較手段における不一致のサインビットの数に応じて、上記削除されたデータの再送、上記パンクチャ符号のそのままのデータの再送、あるいは上記削除される前の全データの再送のいずれかを選択してデータ再送を要求することを特徴とする請求項 9 記載のデータ受信装置。

【請求項 1 1】 並列連接符号化された符号を受信して繰り返し復号処理により復号する機能を有するデータ受信方法において、

上記繰り返し復号処理の各回毎のデータを前回と今回とで比較する比較工程と

復号されて得られた復号結果に対して誤り検出符号を用いて誤り検出を行う誤り検出工程と、

上記比較工程での比較出力と上記誤り検出工程により得られる誤り検出出力とに応じたデータ再送要求を行う再送制御工程と

を有することを特徴とするデータ受信方法。

【請求項 1 2】 上記再送制御工程は、上記誤り検出工程により誤り有りとされたときデータ再送を要求すると共に、再送方法を上記比較工程からの出力により変化させることを特徴とする請求項 1 1 記載のデータ受信方法。

【請求項 1 3】 上記比較工程は、上記複数段の軟出力復号手段の最終段からの出力のサインビットを前回と今回とで比較し、

上記再送制御工程は、上記誤り検出工程により誤り有りとされたときデータ再送を要求すると共に、再送方法を上記比較工程における不一致のサインビットの数により変化させることを特徴とする請求項 1 2 記載のデータ受信方法。

【請求項 1 4】 上記受信された符号は、符号化側でデータの一部が削除されたパンクチャ符号であり、

上記再送制御工程は、上記比較工程における不一致のサインビットの数に応じ

て、上記削除されたデータの再送、上記パンクチャ符号のそのままのデータの再送、あるいは上記削除される前の全データの再送のいずれかを選択してデータ再送を要求することを特徴とする請求項 1 3 記載のデータ受信方法。

【請求項 1 5】 上記比較工程は、上記複数段の軟出力復号手段の最終段からの出力のサインビットを前回と今回とで比較し、不一致のサインビットの数が予め決められた値より大きいとき、上記誤り検出工程での誤り検出結果に拘わらず誤り有りとし、上記再送制御工程により再送を要求することを特徴とする請求項 1 1 記載のデータ受信方法。

【請求項 1 6】 上記受信された符号は、符号化側でデータの一部が削除されたパンクチャ符号であり、

上記再送制御工程は、上記比較工程における不一致のサインビットの数に応じて、上記削除されたデータの再送、上記パンクチャ符号のそのままのデータの再送、あるいは上記削除される前の全データの再送のいずれかを選択してデータ再送を要求することを特徴とする請求項 1 5 記載のデータ受信方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、並列接続符号化、いわゆるターボ符号化が施されたデータを復号する復号装置及び方法、並びにこのターボ復号が用いられるデータ受信装置及び方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年において、C. Berrou らによりシャノン限界に近い誤り訂正符号としてのいわゆるターボ符号 (Turbo codes) が提示され、移動体通信やデジタル放送等を含む広範囲の分野において用いられる高性能、高信頼性の符号として研究開発が進められている。このターボ符号は、並列接続畳み込み符号 (PCCC: Parallel Concatenated Convolution Codes) とも称される。

【0 0 0 3】

ターボ符号化器は、複数の符号化器を並列接続して構成されるものであり、具

体的には例えば、2つの畳み込み符号化器とインタリーバとを並列に接続して構成される。また、ターボ符号の復号には、複数の復号器を用い、復号結果の信頼度を用いて繰り返し復号を行うことにより、復号器の間で情報を交換し、最終的な復号結果を得るようにしている。この復号には、MAP (Maximum a-posteriori Probability: 最大事後確率) アルゴリズム等の軟判定復号が用いられている。

【0004】

以下、ターボ符号化を行うターボ符号化装置（ターボエンコーダ）及びターボ復号を行うターボ復号装置（ターボデコーダ）の例について、図面を参照しながら説明する。

【0005】

図5は、上述したターボ符号による符号化を行うターボ符号化装置の一例を示すブロック図である。この図5において、入力端子101からの入力データは、パラレルシリアル変換器102、畳み込み符号化器103、及びインタリーバ104を介して畳み込み符号化器105にそれぞれ送られている。

【0006】

畳み込み符号化器103は、入力データに対して畳み込み演算を行い、パリティビットDaとしてパラレルシリアル変換器102に送る。この畳み込み符号化器103は、例えば、加算器111と、2つの遅延素子（例えばDフリップフロップ: DFF）112, 113と、加算器114とから成る。インタリーバ104は、入力データを構成する各ビットの順序を並べ替え、生成したインタリーブデータを畳み込み符号化器105に送る。畳み込み符号化器105は、例えば上記畳み込み符号化器103と同様な構成を有し、入力されたインタリーブデータに対して畳み込み演算を行い、パリティビットDbとしてパラレルシリアル変換器102に送る。ここで、符号化は予め定められた符号化単位となるビット数のブロック毎に行われ、このブロックはコードブロックとも称される。

【0007】

パラレルシリアル変換器102は、上記入力データそのものである組織ビットDsと、各畳み込み符号化器103, 105からのパリティビットDa, Dbと

をシリアルデータに変換し、出力端子 1 0 6 を介して出力する。この出力データは、通信のための所定の変調等が施されて伝送される。

【 0 0 0 8 】

このようなターボ符号化装置に対応するターボ復号装置の一例を図 6 に示す。この図 6 に示す入力端子 1 2 1 には、上述したようなターボ符号化装置で符号化され変調等が施されて伝送された信号を受信し、復調等が施されて得られた受信信号が入力されている。この受信信号は、デコーダ入力の信号を適当なレベルに調整するための正規化回路 1 2 2 を介して、シリアルパラレル変換器 1 2 3 に送られる。

【 0 0 0 9 】

シリアルパラレル変換器 1 2 3 は、上記図 5 のパラレルシリアル変換器 1 0 2 に対応して、受信信号を、上述したエンコーダ側の組織ビット D_s 、パリティビット D_a 、 D_b に分離する。分離された組織ビット D_s は軟出力復号部 1 2 4 及びインタリーバ 1 2 5 に送られ、分離されたパリティビット D_a は軟出力復号部 1 2 4 に送られ、分離されたパリティビット D_b は軟出力復号部 1 2 6 に送られる。軟出力復号部 1 2 4 からの出力は、インタリーバ 1 2 7 を介して軟出力復号部 1 2 6 に送られ、軟出力復号部 1 2 6 からの出力は、デインタリーバ 1 2 8 を介して軟出力復号部 1 2 4 に帰還（フィードバック）され、上記コードブロック単位で繰り返し復号、すなわち反復復号（ターボ復号）されるようになっている。軟出力復号部 1 2 6 からの最終的な復号出力は、硬判定回路 1 2 9 で 2 値化され、デインタリーバ 1 3 0 でデインタリーブ処理されて、出力端子 1 3 1 より復号結果が取り出される。

【 0 0 1 0 】

軟出力復号部 1 2 4 は、いわゆる MAP (Maximum a-posteriori Probability : 最大事後確率) アルゴリズム回路 1 3 4 と、加算器 1 3 5 とを有して成る。MAP アルゴリズム回路 1 3 4 には、シリアルパラレル変換器 1 2 3 からの組織ビット D_s 及びパリティビット D_a と、デインタリーバ 1 2 8 からの出力とが入力され、MAP アルゴリズム回路 1 3 4 からの出力が加算器 1 3 5 に送られる。加算器 1 3 5 は、MAP アルゴリズム回路 1 3 4 の出力から、組織ビット D_s と、

デインタリーバ 1 2 8 からの出力とを減算する。加算器 1 3 5 からの出力は、インタリーバ 1 2 7 に送られる。

【 0 0 1 1 】

軟出力復号部 1 2 6 は、MAP アルゴリズム回路 1 3 6 及び加算器 1 3 7 を有して成り、MAP アルゴリズム回路 1 3 6 には、インタリーバ 1 2 5 からの出力と、シリアルパラレル変換器 1 2 3 からのパリティビット D b と、インタリーバ 1 2 7 からの出力とが入力される。MAP アルゴリズム回路 1 3 6 からの出力は、硬判定回路 1 2 9 及び加算器 1 3 7 に送られる。加算器 1 3 7 は、MAP アルゴリズム回路 1 3 6 の出力から、インタリーバ 1 2 5 からの出力と、インタリーバ 1 2 7 からの出力とを減算し、その出力をデインタリーバ 1 2 8 に送る。

【 0 0 1 2 】

タイミング制御回路 1 3 3 は、このターボ復号装置のシリアルパラレル変換器 1 2 3、MAP アルゴリズム回路 1 3 4、1 3 6、インタリーバ 1 2 5、1 2 7、デインタリーバ 1 2 8、1 3 0 の各動作タイミングを制御する。

【 0 0 1 3 】

この図 6 に示すようなターボ復号装置における復号処理は、数回から数十回程度の繰り返し処理から成っている。繰り返し処理を開始する前に、インタリーバ 1 2 5 には、予め受信信号の組織ビットを蓄積しておく。また、デインタリーバ 1 2 8 は、初期値（ゼロ）で初期化しておく。

【 0 0 1 4 】

ここで、ターボ復号の 1 回の繰り返し処理の概要を説明すると、先ず、1 回の繰り返し処理の前半には、MAP アルゴリズム回路 1 3 4 の MAP アルゴリズムが動作する。この MAP アルゴリズムによる処理の入力としては、上記組織ビット D s 及びパリティビット D a と、デインタリーバ 1 2 8 からの出力とが用いられる。この MAP アルゴリズムによる処理の出力は、加算器 1 3 5 を介してインタリーバ 1 2 7 に蓄積される。なお、繰り返し処理の第 1 回目の時点では、デインタリーバ 1 2 7 にはまだ情報が蓄積されていないので、初期値（ゼロ）が用いられる。1 回目の繰り返し処理の後半には、MAP アルゴリズム回路 1 3 6 の MAP アルゴリズムが動作する。この MAP アルゴリズムによる処理の入力として

は、インタリーバ 1 2 5 からのインタリーブされた組織ビットと、シリアルパレル変換器 1 2 3 からのパリティビット D b と、インタリーバ 1 2 7 からの出力とが用いられる。この M A P アルゴリズムによる処理の出力は、加算器 1 3 7 を介してデインタリーバ 1 2 8 に蓄積される。また、この M A P アルゴリズムによる処理の出力を硬判定回路 1 2 9 で硬判定したもの（サインビット）がデインタリーバ 1 3 0 に蓄積される。

【 0 0 1 5 】

以上が 1 回の繰り返し処理の概要である。この繰り返し処理を例えば予め決められた回数だけ行った後、デインタリーバ 1 3 0 に蓄積された M A P アルゴリズム回路 1 3 6 の M A P アルゴリズムによる処理の最終回の出力を、最終的な復号結果として、出力端子 1 3 1 より出力する。

【 0 0 1 6 】

次に、上述したようなターボ符号化、復号の技術を用いたデータ送受信装置の具体例について、図 7 を参照しながら説明する。

【 0 0 1 7 】

この図 7 において、アンテナ 1 で受けられた受信信号は、送受信でアンテナ 1 を共用するための共用器 2 を介して、低雑音アンプ 3 に送られて増幅され、受信 R F (Radio Frequency) 部 4 でベースバンド帯の信号に変換され、復調部 5 に送られてベースバンド信号処理により復調される。復調された信号は、上記図 6 に示したようなターボ復号装置に相当するターボデコーダ 6 にて復号処理され、端末インターフェース (I / F) 部 7 に送られる。端末 I / F 部 7 は受信したパケットデータをデータ端末 8 に送る。また、ターボデコーダ 6 からの復号結果は、C R C (Cyclic Redundancy Check) 再計算部 9 に送られて C R C の再計算が行われ、復号結果に含まれる検査ビットと合致しているか否か、すなわちエラーが生じているか否かを判別し、その結果を端末 I / F 部 7 及びパケットフロー・再送制御部 1 0 に送っている。

【 0 0 1 8 】

データ端末 8 からの送信しようとするデータは、端末 I / F 部 7 を介し、パケットフロー・再送制御部 1 0 を介して、ターボ符号化およびフレーム組立部 1 1

に送られ、上記図 5 と共に説明したようなターボ符号化処理とフレーム組立処理とが行われる。ターボ符号化およびフレーム組立部 1 1 からの符号化データは、変調部 1 2 に送られて変調され、送信 R F 部 1 3 で R F 帯の信号に変換されてパワーアンプ 1 4 で増幅され、共用器 2 を介してアンテナ 1 に送られ送信される。

【 0 0 1 9 】

C R C 再計算回路 9 での C R C を用いての誤り検出の結果、ビット誤りが有ると判定された場合には、端末 I / F 部 7 は受信したパケットデータを破棄し、パケットフロー・再送制御部 1 0 は、パケットデータの再送要求を示す信号を送信部のターボ符号化およびフレーム組立部 1 1 に送る。

【 0 0 2 0 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、上述した従来のデータ送受信装置においては、誤り検出を上記 C R C 等の誤り検出符号により行っているが、誤り検出符号による誤り検出が正しく行われない場合が一定の確率で起こり得るため、この場合に不正なパケットデータをデータ端末 8 に渡してしまうという問題があった。また、パケットデータに 1 ビットでも誤りがあると、パケットデータ全体を再送することになるため、データの伝送効率が悪くなるという問題があった。

【 0 0 2 1 】

本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであって、誤り検出符号による誤り検出が正しく行われない場合の悪影響を緩和することができ、パケットデータの再送の際にはデータ誤りの程度に応じて再送データ量を変化させてデータ伝送効率を改善できるような復号装置及び方法、並びにデータ受信装置及び方法を提供することを目的とする。

【 0 0 2 2 】

【課題を解決するための手段】

上述のような課題を解決するために、本発明に係る復号装置及び方法は、並列連接符号化された符号を、複数段の軟出力復号手段を用いて繰り返し復号処理により復号する際に、上記繰り返し復号処理における今回のデータと前回のデータとを比較し、復号されて得られた復号結果に対して誤り検出符号を用いて誤り検

出を行い、上記誤り検出出力と上記比較出力とに応じて最終的な誤りの有無を判断することを特徴とするものである。

【 0 0 2 3 】

ここで、上記複数段の軟出力復号手段の最終段からの出力のサインビットを前回と今回とで比較し、不一致のサインビットの数が予め決められた値より大きいとき、上記誤り検出出力の誤り無しを誤り有りに修整することが挙げられる。

【 0 0 2 4 】

次に、本発明に係るデータ受信装置及び方法は、並列接続符号化された符号を受信して繰り返し復号処理により復号する機能を有し、上記繰り返し復号処理の各回毎のデータを前回と今回とで比較し、復号されて得られた復号結果に対して誤り検出符号を用いて誤り検出を行い、上記比較出力と上記誤り検出出力とに応じてデータ再送要求を行うことを特徴とすることにより、上述の課題を解決する。

【 0 0 2 5 】

ここで、上記複数段の軟出力復号手段の最終段からの出力のサインビットを前回と今回とで比較し、上記誤り検出により誤り有りとされたときデータ再送を要求すると共に、再送方法を上記比較における不一致のサインビットの数により変化させることが挙げられる。この場合、不一致のサインビットの数が予め決められた値より大きいときには、上記誤り検出結果が誤り無しでも誤り有りとして再送要求することが挙げられる。

【 0 0 2 6 】

また、上記受信された符号が、符号化側でデータの一部が削除されたパンクチャ符号である場合に、上記比較結果の不一致のサインビットの数に応じて、上記削除されたデータの再送、上記パンクチャ符号のそのままのデータの再送、あるいは上記削除される前の全データの再送のいずれかを選択してデータ再送を要求することが挙げられる。この場合、不一致のサインビットの数が少ないときには削除されたデータのみを再送要求し、不一致のサインビットの数が多いときには先に送られたパケットデータ（パンクチャ符号のそのままのデータ）あるいは上記削除される前の全データを再送要求することが有効である。削除されたデータ

のみを再送要求した場合には、既に受信されたパンクチャ符号のデータと合わせてパンクチャ無しの（削除前の）全データと等価な状態として復号を行い、誤り訂正能力を向上させることで、誤りの解消を図ることができる。パンクチャによって削除させるデータは、通常、パケットデータ全体の数%～20%程度であるので、パンクチャ符号を再送したり、全データを再送する場合に比べて伝送データ量が少なく済む。

【0027】

【発明の実施の形態】

以下、本発明に係る復号装置及び方法、並びにデータ受信装置及び方法の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0028】

図1は、本発明に係るデータ受信装置及び方法の実施の形態となるデータ送受信装置を示すブロック図である。この図1において、アンテナ1で受けられた受信信号は、送受信でアンテナ1を共用するための共用器2を介して、低雑音アンプ3に送られて増幅され、受信RF（Radio Frequency）部4でベースバンド帯の信号に変換され、復調部5に送られてベースバンド信号処理により復調される。復調された信号は、デインタリーブ・デパンクチャ部16に送られて、符号化側でインタリーブされたデータが元の順番に戻され、パンクチャされたビットがゼロデータで補間される。

【0029】

ここでパンクチャとは、符号化側で誤り訂正符号化されたデータの一部を削除して送信しない技術であり、パンクチャされて得られた符号は、パンクチャ符号あるいはパンクチャド符号（punctured code）と称される。このパンクチャ符号は、誤り訂正符号化により増加するビット数を所望のビット数に調整する目的で用いられる。

【0030】

デインタリーブ・デパンクチャ部16でデインタリーブ・デパンクチャされた受信信号は、後述する図2に示すようなターボ復号装置に相当するターボデコーダ6に送られてターボ復号処理され、端末インターフェース（I/F）部7及び

CRC (Cyclic Redundancy Check) 再計算部 9 に送られる。端末 I / F 部 7 は受信したパケットデータをデータ端末 8 に送る。CRC 再計算部 9 では、パケットデータ中の誤り検出符号である CRC 符号を用いて誤り検出が行われ、ビット誤りの有無が判定される。CRC による誤り検出の結果は、端末 I / F 部 7 及びパケットフロー・再送制御部 10 に送られる。

【 0 0 3 1 】

次に、データ端末 8 からの送信しようとするデータは、端末 I / F 部 7 を介し、ターボ符号化およびフレーム組立部 11 に送られて、前記図 5 と共に説明したようなターボ符号化処理とフレーム組立処理とが行われる。ターボ符号化およびフレーム組立部 11 からの符号化データは、インタリーブ・パンクチャ部 17 に送られて、データを並べ替えるインタリーブ処理及びデータの一部を削除するパンクチャ処理が施され、変調部 12 に送られる。変調部 12 で変調された信号は、送信 RF 部 13 で RF 帯の信号に変換されてパワーアンプ 14 で増幅され、共用器 2 を介してアンテナ 1 に送られ送信される。

【 0 0 3 2 】

本実施の形態では、ターボデコーダ 6 から、上記復号結果と共に、不一致情報が出力される。この不一致情報は、後述するように、ターボ復号の繰り返し復号処理における今回の繰り返し処理のデータと、前回の繰り返し処理のデータとを比較した結果を示すものであり、端末 I / F 部 7 及びパケットフロー・再送制御部 10 に送られる。この不一致情報によっては、CRC 再計算部 9 での誤り検出の結果が誤り無しとされていても、誤り有りとなることがある。すなわち、端末 I / F 部 7 やパケットフロー・再送制御部 10 では、CRC 再計算部 9 からの誤り検出結果を、ターボデコーダ 6 からの不一致情報に応じて修整して判断している。

【 0 0 3 3 】

この図 1 に示したデータ送受信装置のターボデコーダ 6 として、図 2 に示すようなターボ復号装置を用いることができる。ターボ符号はブロック符号であるので、符号化及び復号は定められたビット数から成るブロック単位で行われ、このブロックはコードブロックとも称される。インタリーブ及びデインタリーブの大

きさは、通常 1 ブロックのビット数に等しい。データ通信のパケットデータのパケットサイズはコードブロックのサイズとは独立に設定可能であるが、本実施の形態では、説明を簡略化するために、パケットサイズとコードブロックのサイズが等しく、また CRC による誤り検出符号ビットは 1 パケット毎に付加されるものとする。

【 0 0 3 4 】

ここで、図 2 に示すターボ復号装置における復号処理は、前述した図 6 のターボ復号装置と同様に、繰り返し復号処理を行う複数段の軟出力復号部による数回から数十回程度の繰り返し処理から成っている。ただし、この図 2 の構成においては、上記繰り返し復号処理における上記軟出力復号部からの今回の出力と前回の出力とを比較し、その比較出力に応じて上記繰り返し復号処理の繰り返しを停止するようにしている。また、図 2 に示すターボ復号装置の構成においては、前記図 6 のデインタリーバ 1 2 8, 1 3 0 を兼用するデインタリーバ 4 0 を用い、軟出力復号部 2 6 の加算器 3 7 からの出力をデインタリーバ 4 0 に送り、デインタリーバ 1 0 からの出力を入力段の軟出力復号部 2 4 の MAP アルゴリズム回路 3 4 に戻すようにして上記繰り返し処理を行わせると共に、上記繰り返し処理の最終回には、デインタリーバ 4 0 からの出力を加算器 4 4 に送り、この加算器 4 4 にてインタリーバ 2 5 からの出力及びインタリーバ 2 7 からの出力を加算することによって、軟出力復号部 2 6 の加算器 3 7 での動作の相殺、すなわち MAP アルゴリズム回路 3 6 の出力からインタリーバ 2 5, 2 7 の各出力を減算する動作の相殺を行わせ、前記図 6 と等価な動作が得られるようにしている。

【 0 0 3 5 】

図 2 において、入力端子 2 1 には、前記図 5 と共に説明したようなターボ符号化装置で符号化されたデータの受信信号が入力されている。これは実際には、送信側のターボ符号化装置で符号化され、送信のための変調等が施されて伝送された信号を受信し、復調等が施されて得られた受信信号である。この受信信号は、デコーダ入力の信号を適当なレベルに調整するための正規化回路 2 2 を介して、シリアルパラレル変換器 2 3 に送られる。

【 0 0 3 6 】

シリアルパラレル変換器 2 3 は、前記図 5 のパラレルシリアル変換器 1 0 2 に対応して、受信信号を、上述したエンコーダ側の組織ビット D s、パリティビット D a, D b に分離する。分離された組織ビット D s は軟出力復号部 2 4 及びインタリーバ 2 5 に送られ、分離されたパリティビット D a は軟出力復号部 2 4 に送られ、分離されたパリティビット D b は軟出力復号部 2 6 に送られる。軟出力復号部 2 4 からの出力は、インタリーバ 2 7 を介して軟出力復号部 2 6 に送られ、軟出力復号部 2 6 からの出力は、デインタリーバ 4 0 を介して軟出力復号部 2 4 に帰還（フィードバック）され、符号化単位であるブロック（コードブロック）毎に、繰り返し復号（反復復号、ターボ復号）処理されるようになっている。

【 0 0 3 7 】

タイミング制御回路 3 3 は、このターボ復号装置のシリアルパラレル変換器 2 3、MAP アルゴリズム回路 3 4, 3 6、インタリーバ 2 5, 2 7、デインタリーバ 4 0 の各動作タイミングを制御する。

【 0 0 3 8 】

また、軟出力復号部 2 6 からの出力の 1 コードブロックのサインビットと、デインタリーバ 4 0 に蓄積された前回の繰り返し復号処理における軟出力復号部 2 6 からの出力の 1 コードブロックのサインビットとが、サインビット比較回路 4 6 に送られて比較され、その比較結果がタイミング制御回路 3 3 及び出力端子 3 9 に送られる。タイミング制御回路 3 3 では、各 1 コードブロックの全てのサインビットが等しいとき、上記繰り返し復号の繰り返し処理を停止して復号結果を得るようにする。これは復号が正しく行われた場合には、デコーダが安定な状態に集束する性質を利用したものである。1 コードブロックのサインビットが全て一致しない場合には、上記繰り返し処理を予め定められた規定回数になるまで続行した後、復号結果を得るようにする。

【 0 0 3 9 】

軟出力復号部 2 6 からの最終的な復号出力は、デインタリーバ 4 0 を介し、加算器 4 4 を介して、硬判定回路 4 5 で 2 値化され、出力端子 3 1 より復号結果として出力される。この復号結果を出力する際に、サインビット比較回路 4 6 から不一致のサインビットの数（不一致情報）も出力端子 3 9 から出力される。なお

、上述したように、前回と今回の各コードブロックの全てのサインビットが等しくなることにより繰り返し処理が停止された場合には、不一致のサインビットの数はゼロとなる。

【 0 0 4 0 】

ここで、軟出力復号部 2 4 は、いわゆる M A P (Maximum A posteriori Probability: 最大事後確率) アルゴリズム回路 3 4 と、加算器 3 5 とを有して成る。M A P アルゴリズム回路 3 4 には、シリアルパラレル変換器 2 3 からの組織ビット D s 及びパリティビット D a と、デインタリーバ 2 8 からの出力とが入力され、M A P アルゴリズム回路 3 4 からの出力が加算器 3 5 に送られる。加算器 3 5 は、M A P アルゴリズム回路 3 4 の出力から、組織ビット D s と、デインタリーバ 2 8 からの出力とを減算する。加算器 3 5 からの出力は、インタリーバ 2 7 に送られる。

【 0 0 4 1 】

軟出力復号部 2 6 は、M A P アルゴリズム回路 3 6 及び加算器 3 7 を有して成り、M A P アルゴリズム回路 3 6 には、インタリーバ 2 5 からの出力と、シリアルパラレル変換器 2 3 からのパリティビット D b と、インタリーバ 2 7 からの出力とが入力される。M A P アルゴリズム回路 3 6 からの出力は、硬判定回路 2 9 及び加算器 3 7 に送られる。加算器 3 7 は、M A P アルゴリズム回路 3 6 の出力から、インタリーバ 2 5 からの出力と、インタリーバ 2 7 からの出力とを減算し、その出力をデインタリーバ 4 0 に送る。

【 0 0 4 2 】

また、図 2 に示すターボ復号装置では、復号結果を取り出す部分において、軟出力復号部 2 6 の加算器 3 7 の動作を相殺するための加算器 4 4 を設けることで、前記図 6 の最終復号結果を取り出すためのデインタリーバ 1 3 0 を使用せずに、図 6 のターボ復号装置と等価な復号動作を行わせる構成となっている。すなわち、図 1 の加算器 4 4 は、最終的な復号結果を取り出す際には、デインタリーバ 4 0 からの出力に、インタリーバ 2 5, 2 7 からの各出力を加算することで、軟出力復号部 2 6 の M A P アルゴリズム回路 3 6 からの最終的な復号出力に等しい出力を得て、これを硬判定回路 4 5 に送っている。

【0043】

また、図2の構成を有するターボ復号装置によれば、内部のデインタリーバに格納される情報のサインビットを、繰返し処理の前回と現在とで比較し、全て一致したときに繰返し復号を停止しているため、エラー発生が少ない場合等に、繰返しの途中で既にエラーが全て訂正されているにも拘わらず予め決められた繰返し回数を最後まで実行することによる電力の無駄等の問題を回避でき、また、コードブロックにCRC等のエラー検出符号が付されてなくともエラーがなくなった状態を検出できる。さらに、復号結果専用のデインタリーバ（図6のデインタリーバ130）を必要とせず、内部のインタリーバ（図2のインタリーバ40）を最終復号結果の出力用にも兼用させているため、ターボデコーダのハードウェア規模の増加を抑えることができる。

【0044】

次に、この図2のターボ復号装置におけるターボ復号動作について説明する。まず、上記反復復号の繰返し処理を開始する前に、インタリーバ25には、予め受信信号の組織ビットを蓄積しておく。また、デインタリーバ28は、初期値（ゼロ）で初期化しておく。

【0045】

ターボ復号の1回の繰返し処理の前半には、MAPアルゴリズム回路34のMAPアルゴリズムが動作する。このMAPアルゴリズムによる処理の入力としては、上記組織ビットDs及びパリティビットDaと、デインタリーバ28からの出力とが用いられる。このMAPアルゴリズムによる処理の出力は、加算器35を介してインタリーバ27に蓄積される。なお、繰返し処理の第1回目の時点では、デインタリーバ27にはまだ情報が蓄積されていないので、初期値（ゼロ）が用いられる。1回目の繰返し処理の後半には、MAPアルゴリズム回路36のMAPアルゴリズムが動作する。このMAPアルゴリズムによる処理の入力としては、インタリーバ25からのインタリーブされた組織ビットと、シリアルパラレル変換器23からのパリティビットDbと、インタリーバ27からの出力とが用いられる。このMAPアルゴリズムによる処理の出力は、加算器37を介してデインタリーバ40に蓄積される。

【0046】

さらに、繰り返し処理の過程で用いられるデインタリーバ40に軟出力復号部26での復号結果を反映した情報を蓄積する際に、直前の繰り返し処理でデインタリーバ40に蓄積された情報との間で、サインビットの比較をサインビット比較回路46にて行い、1コードブロックの比較結果が全て等しいとき、その旨をタイミング制御回路33に通知し、タイミング制御回路33は上記繰り返し復号処理を停止し、デインタリーバ40からの出力を、加算器44を介して硬判定回路45に送り、硬判定回路45で硬判定したもの（サインビット）を復号結果として出力端子31より出力する。

【0047】

なお、上述したように、1コードブロックのサインビットが全て一致しない場合には、上記繰り返し処理を予め定められた規定回数になるまで続行した後、復号結果を得る。また、復号結果を出力する際に、サインビット比較回路46から不一致のサインビットの数（不一致情報）が出力端子39から出力される。

【0048】

出力端子31からの復号結果は、上記図1の端末I/F部7及びCRC再計算回路9に送られ、出力端子39からの不一致情報は、図1の端末I/F部7及びパケットフロー・再送制御部10に送られる。

【0049】

図1の端末I/F部7では、CRC再計算回路9からの誤り検出結果がビット誤り無しとされた場合には、さらにターボデコーダ6からの上記不一致情報による不一致のサインビットの数 n を所定の閾値 T_h と比較する。不一致のサインビットの数 n が閾値 T_h 以下（ $n \leq T_h$ ）の場合には、パケットデータに誤りが無いものと判定し、端末I/F部7は、受信したパケットデータをデータ端末8に送り、パケットフロー・再送制御部10は、パケットデータが正しく受信できたことを示す信号を送信部側のターボ符号化およびフレーム組立部11に送る。この信号は、インタリーブ・パンクチャ部17を介し、変調部12、送信RF部13、パワーアンプ14、及び共用器2を介して、アンテナ1より送信され、送信装置（図示せず）に伝えられる。送信装置側では、例えば次のパケットデータの

送信を開始する。

【 0 0 5 0 】

CRC再計算回路9による誤り検出の結果、ビット誤り有りと判定された場合には、端末I/F部7は、受信したパケットデータを破棄し、パケットフロー・再送制御部10は、パケットデータの再送要求を示す信号をターボ符号化およびフレーム組立部11に送る。この再送要求信号は、インタリーブ・パンクチャ部17を介し、変調部12、送信RF部13、パワーアンプ14、及び共用器2を介して、アンテナ1より送信され、送信装置（図示せず）に伝えられる。送信装置側では、例えば当該パケットデータを再度送信する。

【 0 0 5 1 】

また、本発明の実施の形態においては、CRC再計算回路9による誤り検出の結果、ビット誤り無しと判定された場合であっても、ターボデコーダ6からの上記不一致情報としての不一致のサインビットの数 n が所定の閾値 T_h より大きい（ $n > T_h$ ）場合には、誤りが発生したと見なすようにしている。この場合も、端末I/F部7は、受信したパケットデータを破棄し、パケットフロー・再送制御部10は、パケットデータの再送要求を示す信号をターボ符号化およびフレーム組立部11に送る。

【 0 0 5 2 】

CRCによる誤り検出結果が誤り無しであっても、CRC等の誤り検出符号では、一定の確率で誤検出が生じることから、従来のように、CRCの誤り検出結果のみで判断が行われると、不正なパケットデータをデータ端末8に渡してしまうことがあるのに対して、上述したような実施の形態によれば、繰り返し復号処理時の前回と今回の不一致のサインビット数 n を所定の閾値 T_h と比較することで、CRCによる誤り検出での誤判断を防止することができ、不正なパケットデータをデータ端末8に渡すような不具合を回避できる。

【 0 0 5 3 】

ところで、上述のように、不一致情報も含めて復号データの誤りの有無を判別して、誤り有りとされた場合に、不一致情報による上記不一致のサインビットの数に応じて、上記再送要求におけるデータ再送方法を変化させることが好ましい

。この再送方法を不一致情報に応じて変化させる場合の実施の形態を、図 3 を参照しながら説明する。

【 0 0 5 4 】

この図 3 において、図 1 と対応する部分には同じ指示符号を付して説明を省略する。この図 3 に示す実施の形態の基本的な動作は、上述した図 1 の例と同様であるが、端末 I / F 部 7、パケットフロー・再送制御部 1 0、及びデインタリーブ・デパンクチャ部 1 6 の動作が異なっている。

【 0 0 5 5 】

すなわち、CRC 再計算回路 9 による誤り検出の結果、ビット誤り有りと判定された場合、及び CRC 誤り検出の結果ビット誤り無しと判定された場合であっても、ターボデコーダ 6 からの上記不一致情報としての不一致のサインビットの数 n が所定の閾値 T_h より大きい ($n > T_h$) 場合には、パケットフロー・再送制御部 1 0 は、パケットデータの再送要求を示す信号をターボ符号化およびフレーム組立部 1 1 に送る。このとき、上記不一致のサインビットの数 n を、他の所定の閾値 T_{ha} と比較し、比較結果によって再送要求の内容を切り換える。例えば、不一致のサインビットの数 n が閾値 T_{ha} 以下 ($n \leq T_{ha}$) の場合には、パケットフロー・再送制御部 1 0 は、上記パンクチャ処理によって削除されたデータのみを再送するように要求する旨の信号をターボ符号化およびフレーム組立部 1 1 に送り、不一致のサインビットの数 n が閾値 T_{ha} より大きい ($n > T_{ha}$) 場合には、先に送られたパケットデータ全体（パンクチャ符号そのままのデータ）をもう 1 度送るように、あるいはパンクチャ処理により削除される前の全データを送るように要求する旨の再送要求信号をターボ符号化およびフレーム組立部 1 1 に送る。

【 0 0 5 6 】

ここで、上記パンクチャ処理によって削除されたデータのみを再送要求した場合には、デインタリーブ・デパンクチャ部 1 6 において、既に送信されたパケットデータ（パンクチャ符号）と組み合わせてパンクチャ無しと等価なデータとして復号を行い、誤り訂正能力を向上させることで、誤りの発生を抑える。通常、パンクチャ処理によって削除されるビット数は、誤り訂正符号化されたパケット

データ全体の数%から20%であるので、パケットデータ全体を再送するよりも少ないビット数で済む。これによって、データの伝送効率を改善できる。

【0057】

なお、上記不一致のサインビットの数 n が閾値 Tha より大きい場合に、さらに閾値 Tha よりも大きな他の閾値 Thb ($Thb > Tha$) を用いて不一致のサインビットの数 n を比較し、サインビットの数 n が閾値 Thb 以下 ($Tha < n \leq Thb$) の場合には、パケットフロー・再送制御部10は、先に送られたパケットデータと同じデータ(パンクチャ符号)を再送要求し、サインビットの数 n が閾値 Thb より大きい ($n > Thb$) 場合にはパンクチャ無しの全データを再送要求するようにしてもよい。

【0058】

パケットフロー・再送制御部10は、上述のような再送要求の内容に応じて、デインタリーブ・デパンクチャ部16での処理を異ならせる(再送されてくるデータに対応したデインタリーブ・デパンクチャ処理を行わせる)ように切り換え制御することは勿論である。

【0059】

次に、本発明のさらに他の実施の形態として、上記誤りの有無はCRC再計算回路9による誤り検出結果のみを用い、このCRCにより誤りが検出されたときのみ、再送要求を出すと共に、上記不一致のサインビットの数 n に応じて再送要求の内容を切り換えるようにすることが挙げられる。この場合には、CRC等の誤り検出の際の誤検出については対処できないが、符号誤りの程度に応じた再送データ量の調整ができ、データの伝送効率の改善が図れる。

【0060】

次に、図4は、上記図1や図3に示したデータ送受信装置におけるターボデコーダ6として使用可能な他の構成例を示すものである。

【0061】

この図4の例では、前記図6と共に説明したように、多段の軟出力復号部24、26の最終段からの出力を入力段に戻すための内部のデインタリーブ28と、復号結果を外部に取り出すためのデインタリーブ30とを別に設けており、軟出

力復号部 1 6 の M A P アルゴリズム回路 3 6 からの出力を硬判定回路 2 9 を介し、デインタリーバ 3 0 を介して、復号結果として出力端子 3 1 より出力している。また、硬判定回路 2 9 からの復号出力（サインビット）は、サインビット比較回路 3 8 にも送られており、このサインビット比較回路 3 8 において、デインタリーバ 3 0 に蓄えられた前回の繰り返し処理時のサインビットと、硬判定回路 2 9 から今回の繰り返し処理時のサインビットとを比較し、1 コードブロックのサインビット全てが一致したとき、タイミング制御回路 3 3 により繰り返し処理を停止させている。全サインビットが一致しない場合には、予め定められた規定回数だけ繰り返し処理を実行し、デインタリーバ 3 0 を介して最終的な復号結果を出力端子 3 1 より出力すると共に、そのときの不一致のサインビットの数を不一致情報として出力端子 3 9 より出力する。他の構成は、上記図 2 と同様であるため、対応する部分に同じ指示符号を付して説明を省略する。また、出力端子 3 9 からの不一致情報は、上述と同様に、誤り検出結果の最終的な誤りの有無の判断に用いられ、あるいは、再送方法の切り換えに用いられることは勿論である。

【 0 0 6 2 】

なお、本発明は上述した実施の形態のみに限定されるものではなく、例えば、上記実施の形態では、内部のデインタリーバに格納される情報のサインビットの全てが完全に一致することを復号停止の条件としているが、不一致のサインビットが数個以下等の少数個となったときに繰り返し処理を停止させるようにしてもよい。また、ターボデコーダの構成は図 2 や図 4 の例に限定されない。この他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能であることは勿論である。

【 0 0 6 3 】

【発明の効果】

本発明に係る復号装置及び方法は、並列連接符号化された符号を、複数段の軟出力復号手段を用いて繰り返し復号処理により復号する際に、上記繰り返し復号処理における今回のデータと前回のデータとを比較し、復号されて得られた復号結果に対して誤り検出符号を用いて誤り検出を行い、上記誤り検出出力と上記比較出力とに応じて最終的な誤りの有無を判断することにより、C R C 等の誤り検

出符号において一定の確率で生じていた誤検出を低減することができる。

【 0 0 6 4 】

また、本発明に係るデータ受信装置及び方法は、並列連接符号化された符号を受信して繰り返し復号処理により復号する機能を有し、上記繰り返し復号処理の各回毎のデータを前回と今回とで比較し、復号されて得られた復号結果に対して誤り検出符号を用いて誤り検出を行い、上記比較出力と上記誤り検出出力とに応じたデータ再送要求を行うことを特徴とすることにより、誤りの程度に応じた再送データ量の切り換えが行え、データの伝送効率の改善が図れる。

【 0 0 6 5 】

ここで、上記複数段の軟出力復号手段の最終段からの出力のサインビットを前回と今回とで比較し、上記誤り検出結果が誤り無しでも、不一致サインビットが予め定められた閾値より大きいときに誤り有り判断してデータ再送を要求することにより、不正なデータパケットを取り込む問題点を回避できる。

【 0 0 6 6 】

また、上記受信された符号が、符号化側でデータの一部が削除されたパンクチャ符号である場合に、上記比較結果の不一致のサインビットの数に応じて、上記削除されたデータの再送、上記パンクチャ符号のそのままのデータの再送、あるいは上記削除される前の全データの再送のいずれかを選択してデータ再送を要求することにより、再送されるデータ量を少なく抑えることができ、データ伝送効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態となるデータ送受信装置の概略構成を説明するためのブロック図である。

【図 2】

本発明の実施の形態が適用される復号装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 3】

本発明の実施の形態となるデータ送受信装置の他の構成例を示すブロック図で

ある。

【図 4】

本発明の実施の形態が適用される復号装置の他の構成例を示すブロック図である。

【図 5】

ターボ符号化装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 6】

ターボ復号装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 7】

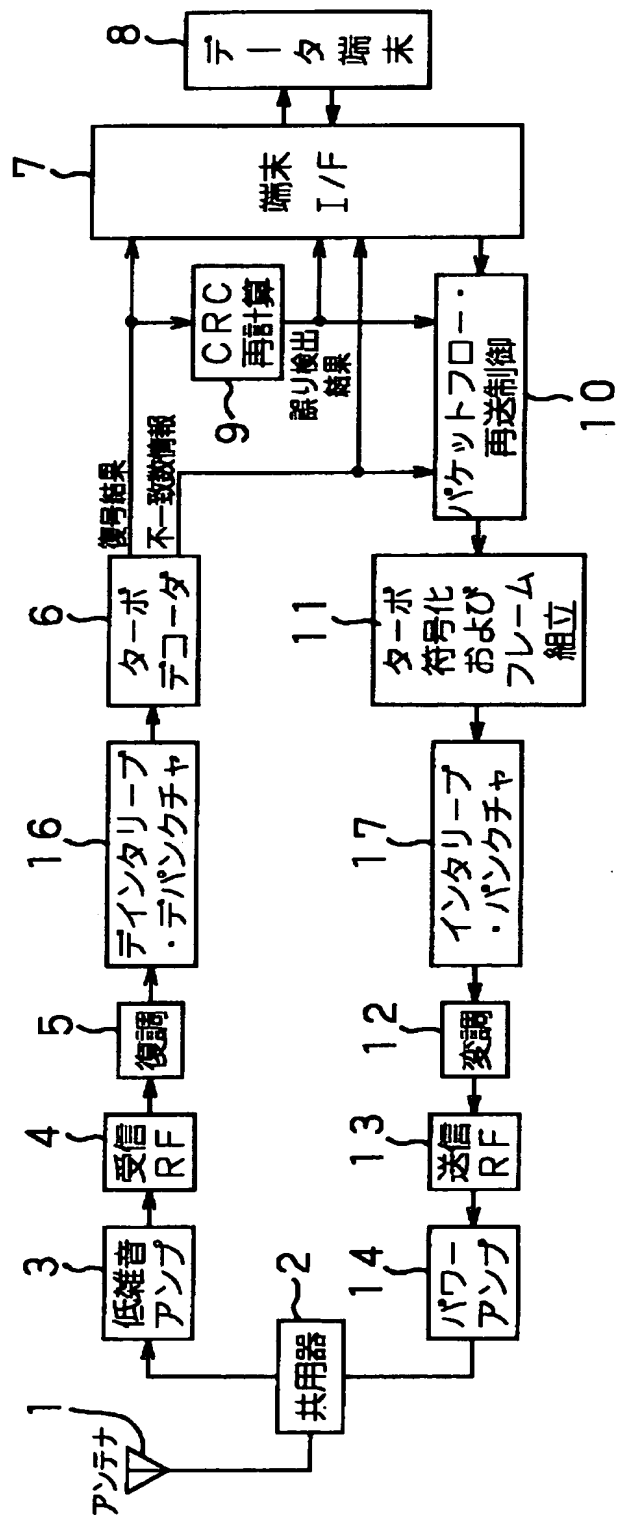
ターボ符号化部・復号部を用いたデータ送受信装置の概略構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

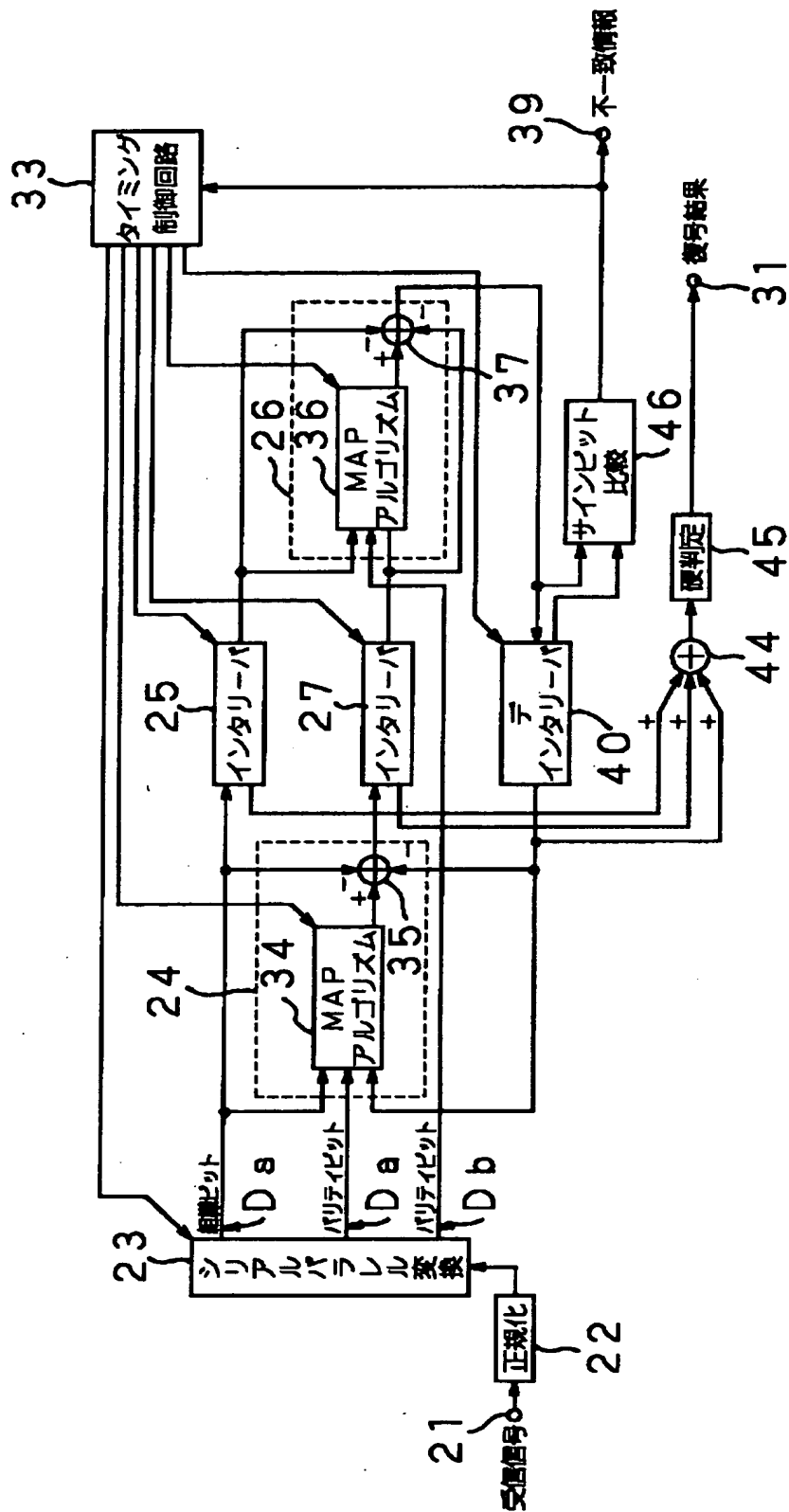
1 アンテナ、 2 共用器、 3 低雑音アンプ、 4 受信 R F 部、 5 復調部、 6 ターボデコーダ、 7 端末 I / F (インターフェース) 回路、 8 データ端末、 9 C R C 再計算部、 1 0 パケットフロー・再送制御部、 1 1 ターボ符号化およびフレーム組立部、 1 2 変調部、 1 3 送信 R F 部、 1 4 パワーアンプ、 1 6 デインタリーブ・デパンクチャ部、 1 7 インタリーブ・パンクチャ部、 2 1 入力端子、 2 2 正規化回路、 2 3 シリアルパラレル変換器、 2 4, 2 6 軟出力復号部、 2 5, 2 7 インタリーブ、 2 8, 3 0, 4 0 デインタリーブ、 2 9, 4 5 硬判定回路、 3 1 復号結果出力端子、 3 3 タイミング制御回路、 3 4, 3 6 M A P アルゴリズム回路、 3 5, 3 7, 4 4 加算器、 3 8, 4 6 サインビット比較回路、 3 9 不一致情報出力端子、 4 7 平均繰り返し回数算出回路、 4 8 S / N 推定回路、 S / N 情報出力端子

【書類名】 図面

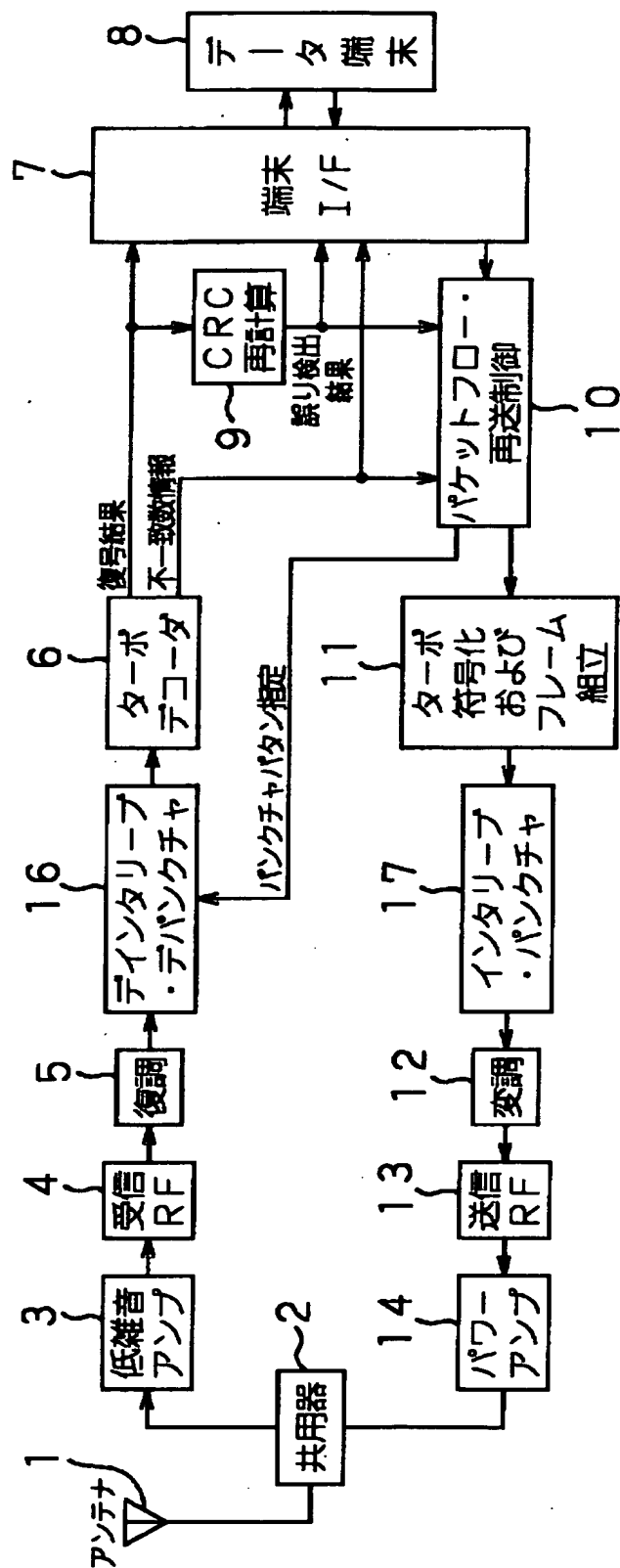
【図 1】



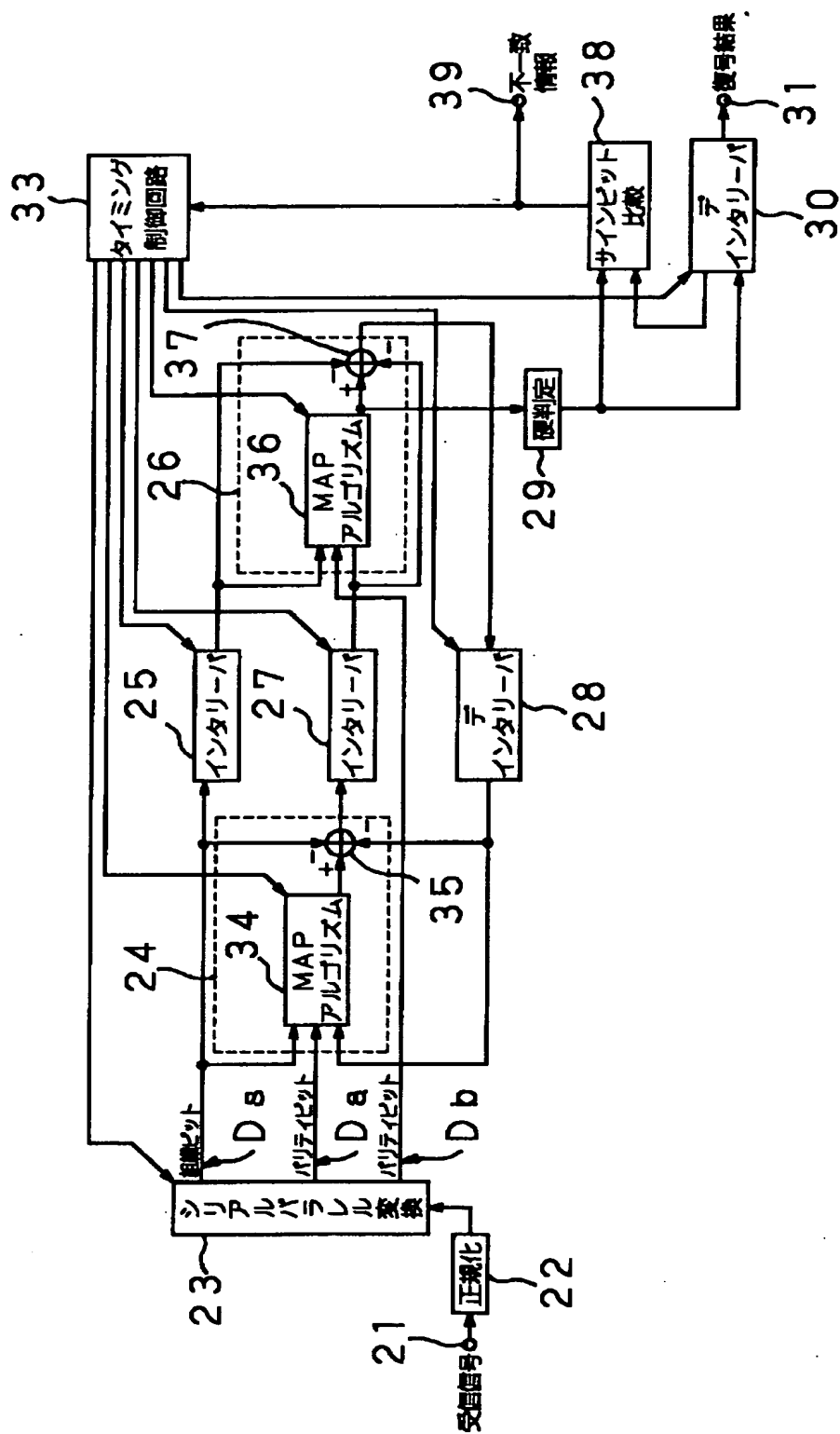
【図 2】



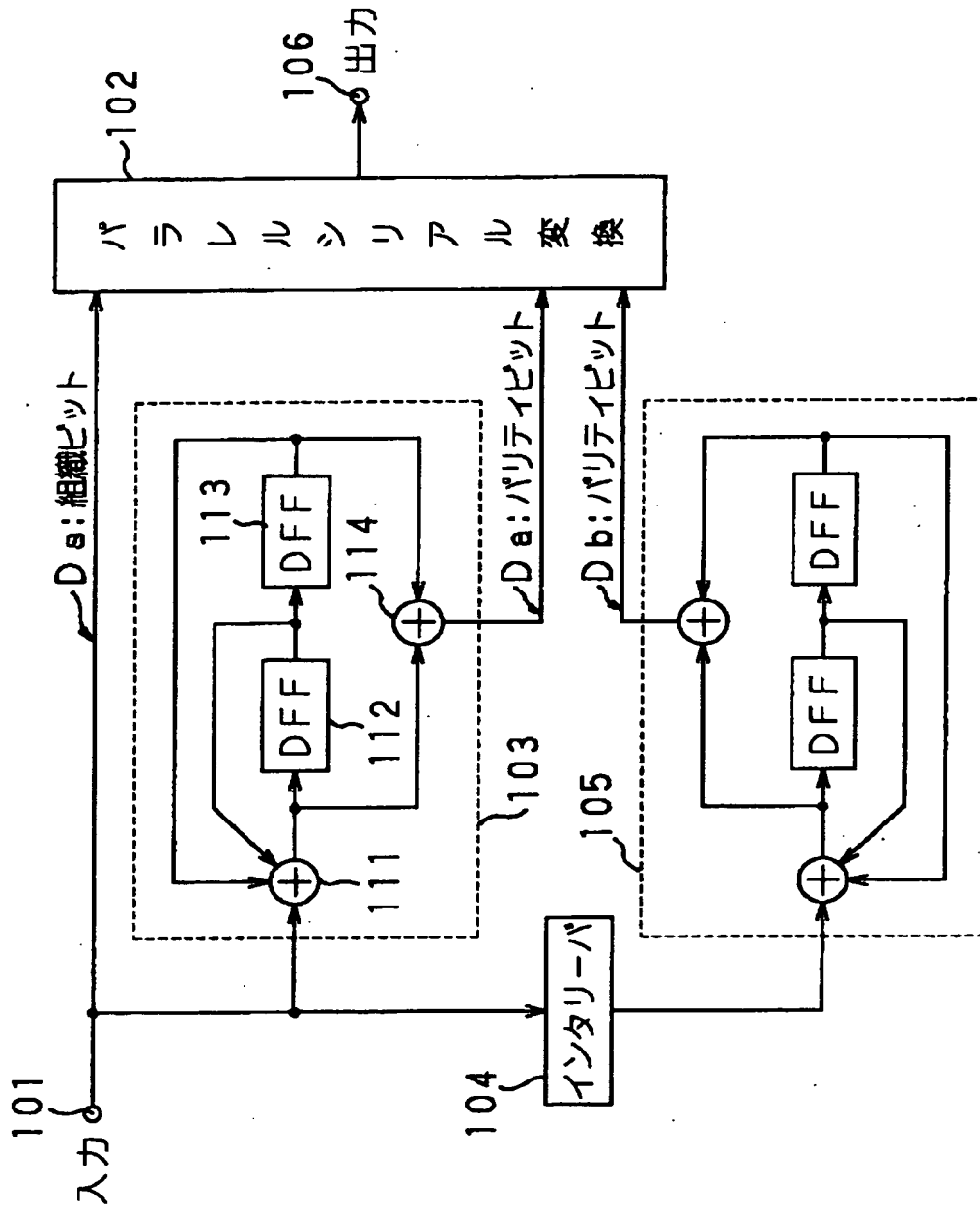
【図 3】



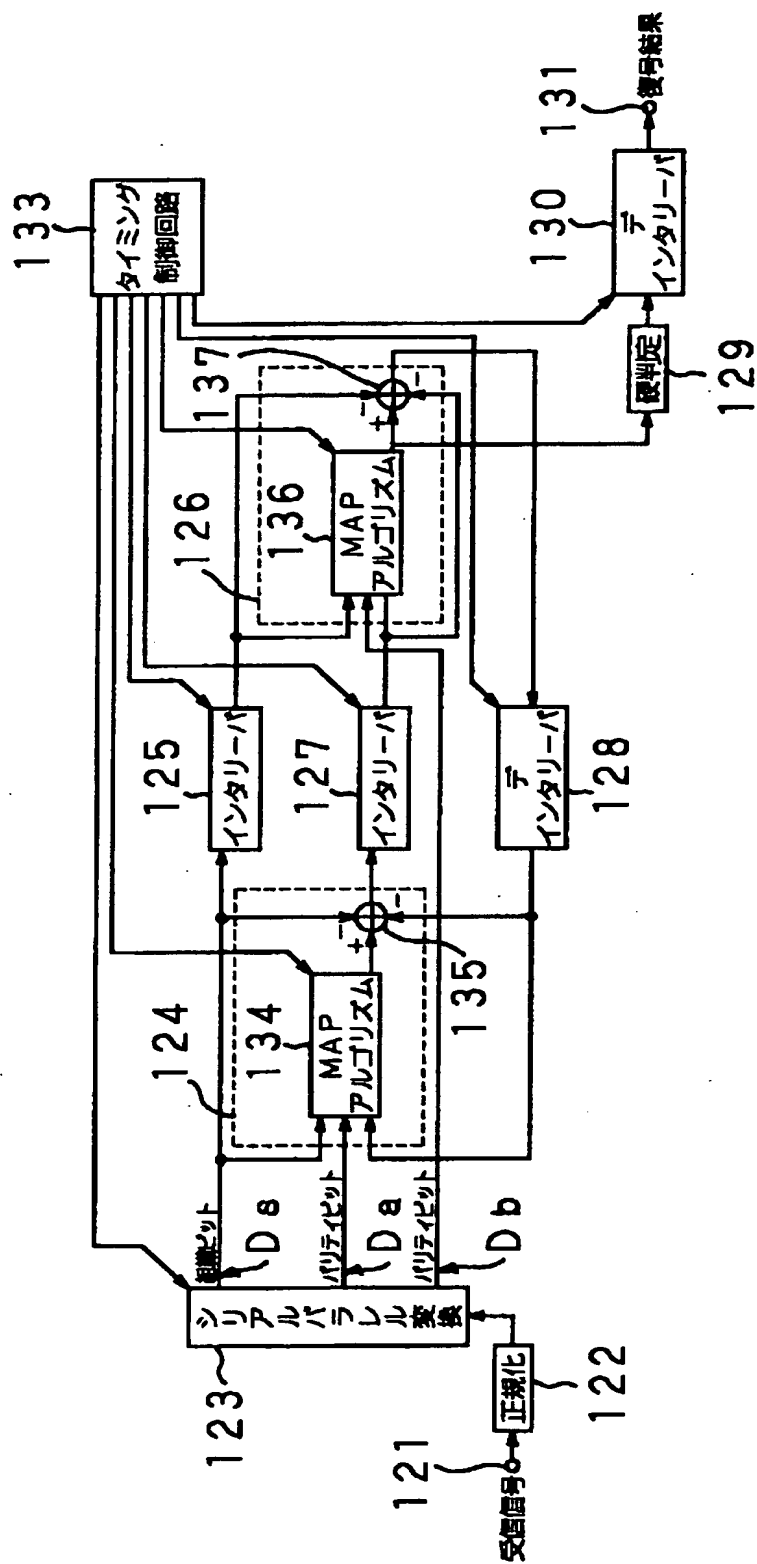
【図 4】



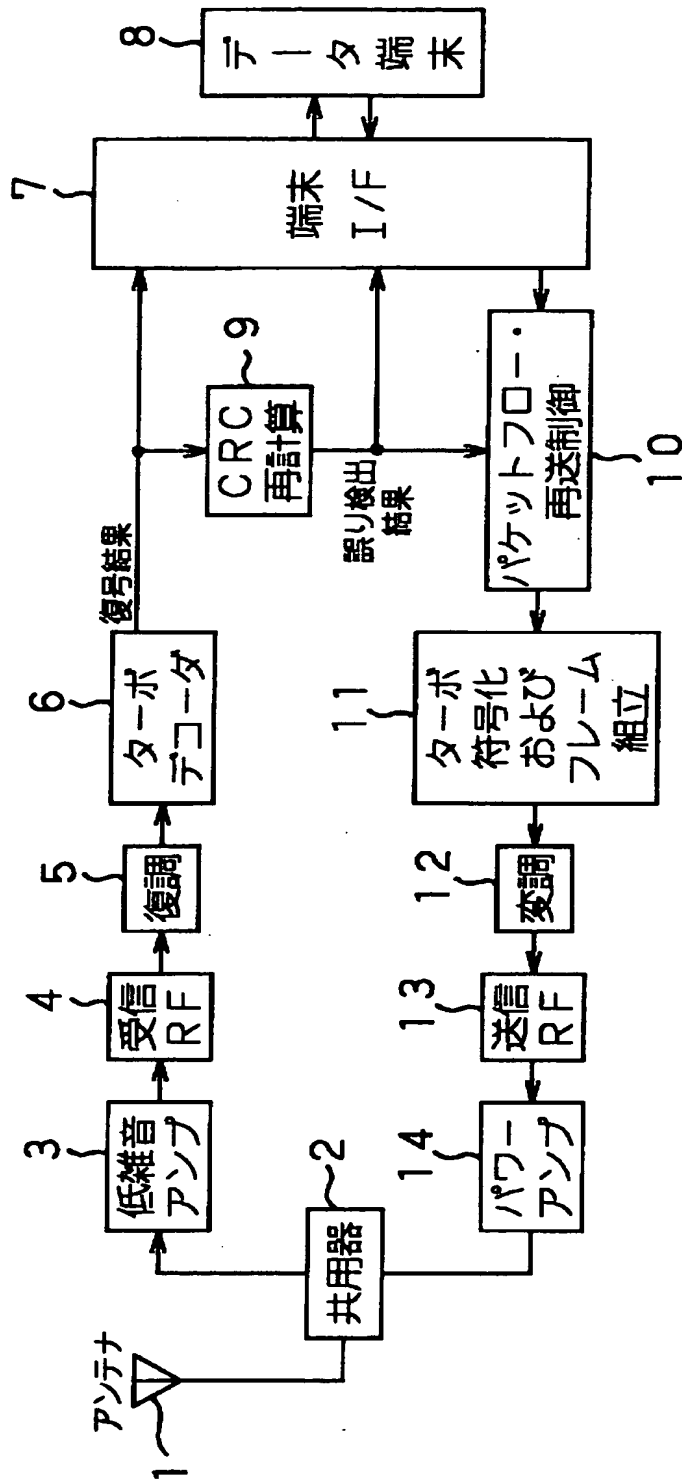
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 誤り検出符号による誤り検出の際に誤検出が生じたときの悪影響を回避し、また、データ伝送効率の改善を図る。

【解決手段】 ターボデコーダ 6 では、繰り返し復号処理における今回のデータと前回のデータとを比較して不一致となるビット数等の不一致情報を出力し、端末 I / F 部 7 及びパケットフロー・再送制御部 1 0 に送る。不一致情報が所定の閾値より大きいときは、CRC 再計算回路 9 で誤り無しと判定されても、最終的に誤り有りと判断し、パケットフロー・再送制御部 1 0 によりデータ再送を要求する。また、不一致情報の値に応じて、再送されるデータ量を切り換え制御することで、データ伝送効率を向上させる。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000002185]

1. 変更年月日 1990年 8月30日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都品川区北品川6丁目7番35号
氏 名 ソニー株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.